

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2989775号

(45) 発行日 平成11年(1999)12月13日

(24) 登録日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

H 0 1 S 3/13

識別記号

F I

H 0 1 S 3/13

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平9-8951

(22) 出願日 平成9年(1997)1月21日

(65) 公開番号 特開平10-209546

(43) 公開日 平成10年(1998)8月7日

審査請求日 平成9年(1997)1月24日

(73) 特許権者 591102693

サンテック株式会社

愛知県小牧市大字上末122番地

(72) 発明者 鄭 台鎬

愛知県小牧市大字上末122番地 サンテック株式会社内

(72) 発明者 女鹿田 直之

愛知県小牧市大字上末122番地 サンテック株式会社内

(72) 発明者 川杉 昌弘

愛知県小牧市大字上末122番地 サンテック株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岡本 宜喜 (外1名)

審査官 河原 正

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ光源の波長安定化装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光の波長を連続的に変化させることができるレーザ光源と、

前記レーザ光源の光が入射され所定波長の光を透過させ、他を反射させる光フィルタと、

前記光フィルタを透過する光及び前記フィルタに反射される光を夫々受光する第1、第2の受光素子と、

前記第1、第2の受光素子の出力比を算出する出力比算出手段と、

前記出力比算出手段による出力比が所定値となるように前記光源の発光波長を制御する波長制御手段と、

前記レーザ光源から前記光フィルタへの入射光の入射位置を所定方向に対して連続的に変化させるスライド調整機構と、具備し、

前記光フィルタは、透過波長 $\lambda$ に対して $\lambda/4$ の光学厚

2

さを有する低屈折率膜及び高屈折率膜を交互に多重に積層し、透過波長 $\lambda$ が基板の前記所定方向に対して連続的に変化するようにその光学厚さを連続的に変化させて構成された干渉光フィルタであることを特徴とするレーザ光源の波長安定化装置。

【請求項2】 光の波長を連続的に変化させることができるレーザ光源と、

前記レーザ光源の光が入射され所定波長の光を透過させ、他を反射させる光フィルタと、

10 前記光フィルタを透過する光及び前記フィルタに反射される光を夫々受光する第1、第2の受光素子と、

前記第1、第2の受光素子の出力の差分値を正規化して算出する演算手段と、前記演算手段の出力比が所定値となるように前記光源の発光波長を制御する波長制御手段と、

## 3

前記レーザ光源から前記光フィルタへの入射光の入射位置を所定方向に対して連続的に変化させるスライド調整機構と、具備し、

前記光フィルタは、透過波長 $\lambda$ に対して $\lambda/4$ の光学厚さを有する低屈折率膜及び高屈折率膜を交互に多重に積層し、透過波長 $\lambda$ が基板の前記所定方向に対して連続的に変化するようにその光学厚さを連続的に変化させて構成された干渉光フィルタであることを特徴とするレーザ光源の波長安定化装置。

【請求項3】 前記波長制御手段は、前記出力比算出手段によって算出された出力比と所定の基準値との差を検出する誤差検出手段と、

前記誤差検出手段に基準値を設定する基準値設定手段と、

前記誤差検出手段により検出される誤差値が0となるように前記レーザ光源の発光波長を制御する光源駆動手段と、を具備することを特徴とすることを特徴とする請求項1記載のレーザ光源の波長安定化装置。

【請求項4】 前記波長制御手段は、前記演算手段によって算出された値と所定の基準値との差を検出する誤差検出手段と、

前記誤差検出手段に基準値を設定する基準値設定手段と、

前記誤差検出手段により検出される誤差値が0となるように前記レーザ光源の発光波長を制御する光源駆動手段と、を具備することを特徴とすることを特徴とする請求項2記載のレーザ光源の波長安定化装置。

【請求項5】 前記レーザ光源と光フィルタとの間に前記光フィルタの透過波長をカットオフ波長とするカットフィルタを更に設けたことを特徴とする請求項1～4のいずれか1項記載のレーザ光源の波長安定化装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は光通信、光情報処理、光計測等に使用される半導体レーザ等のレーザ光源の波長を安定化するための安定化装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】現在光通信においては、光ファイバに多数の波長の光を多重化して通信することにより、伝送量を単一波長の光を用いた場合に比べて大幅に増加させる波長多重通信方式が検討されている。波長多重通信を実現するためには、光信号をそのまま増幅できる比較的狭い波長の帯域内に、例えば1nm以下の間隔で多数の波長のレーザ光を伝送するため、レーザ光源の波長を十分安定化しておく必要がある。又、光情報処理、光計測においては、情報の高密度化や計測の高精度化のためにレーザ光源の波長安定化は重要な課題である。

【0003】レーザ光源の発光波長を安定化するためには、例えば何らかの方法で基準となる波長特性を有する

## 4

素子を用い、発光波長との誤差を検出してレーザ光源に帰還する。そのため従来より、原子や分子の吸収を用いてそれを基準として波長を安定化する装置や、ホログラフィ、グレーティング又はマッハツェンダ干渉計やファブリペロー干渉計を用いて基準となる光又は光源の波長をディザによって変調し、波長を調整するようにした方法が知られている。ディザとは光の波長を何らかの方法でわずかに振動させることであり、これによって基準となる波長との差及び方向を判別してレーザ光源に帰還することによって、発光波長を安定化している。又多層干渉光フィルタやエタロン等を用いて波長の基準とし、レーザ光源の発光波長を安定化するようにした方法も用いられている。

【0004】又特開昭60-74687号では、ディザをかけず半導体レーザからの光を分離し、わずかに透過する波長の異なる2つのフィルタを用いて夫々のフィルタを通過する光のレベルを光電変換素子によって検出し、その光強度比が一定となるように半導体レーザに帰還する方法が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながらこのような従来の方法は、ディザにより光源に微妙な変化を与えて発光波長を変化させ、電氣的に方向を判別し、基準に対する変化分を検出して光源である半導体レーザにフィードバックしているため、光源の光が変調されてしまう。そのため情報としての変調信号と重なる可能性があり、ディザの影響をなくするためにローパスフィルタ等の電気フィルタ等が必要になるという欠点があった。又ディザを用いるため制御系が複雑となり、ディザが可動部を伴う場合には、信頼性が低く、寿命が短くなるという欠点があった。又特開昭60-74687号の方法においては、光を分岐するためにビームスプリッタ等が必要となるが、ビームスプリッタは光の偏光の影響を受け、又温度によって分光比が変わり易く、理想的に所定の比率で光を安定に分岐する素子を作ることが難しいという欠点があった。又フィルタについてもわずかに透過波長の異なる2つの光フィルタを製造することが難しいという欠点があった。

【0006】本発明はこのような従来の問題点に着目してなされたものであって、光源にディザによる変調をかけることなく、極めて簡単な構成で正確に所定の波長のレーザ光を発光することができるレーザ光源の波長安定化装置を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】本願の請求項1の発明は、光の波長を連続的に変化させることができるレーザ光源と、前記レーザ光源の光が入射され所定波長の光を透過させ、他を反射させる光フィルタと、前記光フィルタを透過する光及び前記フィルタに反射される光を夫々受光する第1、第2の受光素子と、前記第1、第2の受

光素子の出力比を算出する出力比算出手段と、前記出力比算出手段による出力比が所定値となるように前記光源の発光波長を制御する波長制御手段と、前記レーザ光源から前記光フィルタへの入射光の入射位置を所定方向に対して連続的に変化させるスライド調整機構と、具備し、前記光フィルタは、透過波長 $\lambda$ に対して $\lambda/4$ の光学厚さを有する低屈折率膜及び高屈折率膜を交互に多重に積層し、透過波長 $\lambda$ が基板の前記所定方向に対して連続的に変化するようにその光学厚さを連続的に変化させて構成された干渉光フィルタであることを特徴とするものである。

【0008】本願の請求項2の発明は、光の波長を連続的に変化させることができるレーザ光源と、前記レーザ光源の光が入射され所定波長の光を透過させ、他を反射させる光フィルタと、前記光フィルタを透過する光及び前記フィルタに反射される光を夫々受光する第1、第2の受光素子と、前記第1、第2の受光素子の出力の差分値を正規化して算出する演算手段と、前記演算手段の出力比が所定値となるように前記光源の発光波長を制御する波長制御手段と、前記レーザ光源から前記光フィルタへの入射光の入射位置を所定方向に対して連続的に変化させるスライド調整機構と、具備し、前記光フィルタは、透過波長 $\lambda$ に対して $\lambda/4$ の光学厚さを有する低屈折率膜及び高屈折率膜を交互に多重に積層し、透過波長 $\lambda$ が基板の前記所定方向に対して連続的に変化するようにその光学厚さを連続的に変化させて構成された干渉光フィルタであることを特徴とするものである。

【0009】本願の請求項3の発明は、請求項1のレーザ光源の波長安定化装置において、前記波長制御手段は、前記出力比算出手段によって算出された出力比と所定の基準値との差を検出する誤差検出手段と、前記誤差検出手段に基準値を設定する基準値設定手段と、前記誤差検出手段により検出される誤差値が0となるように前記レーザ光源の発光波長を制御する光源駆動手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0010】本願の請求項4の発明は、請求項2のレーザ光源の波長安定化装置において、前記波長制御手段は、前記演算手段によって算出された値と所定の基準値との差を検出する誤差検出手段と、前記誤差検出手段に基準値を設定する基準値設定手段と、前記誤差検出手段により検出される誤差値が0となるように前記レーザ光源の発光波長を制御する光源駆動手段と、を具備することを特徴とするものである。

【0011】本願の請求項5の発明は、前記レーザ光源と光フィルタとの間に前記光フィルタの透過波長をカットオフ波長とするカットフィルタを更に設けたことを特徴とするものである。

【0012】このような特徴を有する本発明によれば、レーザ光源を発光させて、そのレーザ光を光フィルタに入射する。この光フィルタは所定波長の光を透過し他を

反射させるため、透過した光と反射した光を夫々第1、第2の受光素子によって受光し、それらの直接の出力比を出力比算出手段によって算出し、又は正規化した差分値を演算手段によって算出する。そしてそれらの値が所定値となるようにレーザ光源の発光波長を制御することにより、所定の波長のレーザ光を発光させることができる。この光フィルタを多層膜による干渉光フィルタによって実現し、透過波長が連続的に変化するように多層膜の光学厚さを連続的に変化させた波長可変型の干渉光フィルタを用いる。そしてスライド調整機構によってその受光位置を変更するようにすれば、レーザ光源の発光波長を変化させることができる。又請求項3、4の発明では、基準値設定手段により基準値を設定しておき、出力比算出手段によって算出された出力比又は演算手段の出力と基準値との差を誤差として検出する。そして光源駆動手段により誤差が0となるようにレーザ光源を制御することにより、レーザ光源の発光波長を微調整することができる。更に請求項5の発明では、光源と光フィルタとの間にカットフィルタを設けることにより、光フィルタの特性のうち一方のスロープ部分のみをロック点として規定するようにしたものである。

【0013】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施の形態による波長安定化装置の全体構成を示すブロック図である。本図においてレーザ光源は、この実施の形態では分布帰還型のレーザダイオード(LD)1を用いるものとし、1本の線スペクトルのレーザ光を発光する。このレーザ光源の発光波長は電流又は温度制御によって例えば2~3nm以内の範囲で外部より制御することができる。このレーザ光は光カップラ2に導かれる。光カップラ2は入射光の一部を分岐し、他を透過させて通信用又は測定用光源とするように光を分岐させるものであり、分岐された光は光分岐手段3に与えられる。これらの間は光ファイバで連結しておいてもよく、又直接空間で接続するようにしてもよい。さて光分岐手段3は図示のように入射光の光の一部を遮光するカットフィルタ4を有し、カットフィルタ4を通過した光は干渉光フィルタ5に与えられる。この干渉光フィルタ5は入射位置に応じて透過する波長が連続的に変化するように構成したものである。そしてこの干渉光フィルタ5を機械的にX軸方向に微小距離スライドさせるためのスライド調整機構6を有しており、スライド調整機構6によってフィルタを透過する光の波長を連続的に変化させることができる。

【0014】そして干渉光フィルタ5を通過する位置に第1の受光素子、例えばフォトダイオードPD1を配置し、干渉光フィルタ5から反射された光を受光する位置に第2の受光素子であるフォトダイオードPD2を配置する。これらのフォトダイオードPD1、PD2の出力は出力比算出手段7に与えられる。出力比算出手段7は第1、第2の受光素子であるフォトダイオードPD1、

## 7

PD 2 の出力比を算出するものであり、その出力は波長制御手段 8 に与えられる。波長制御手段 8 は出力比算出手段 7 による出力比が所定値となるようにレーザ光源の発光波長を制御するものである。レーザ光源 1 の発光波長はレーザダイオード 1 の駆動電流を変化させたり、周囲温度を変化させることによって調整するものとする。

【0015】次に本発明の第 2 の実施の形態について説明する。光分岐手段 3 までの構成については前述した第 1 の実施の形態と同一であるので、詳細な説明を省略する。この実施の形態では光分岐手段 3 の第 1、第 2 のフォトダイオード PD 1、PD 2 からの出力は演算手段 7 A 内の I/V 変換器 11、12 に与えられ、電圧信号に変換される。I/V 変換器 11、12 の出力は加算器 13 及び減算器 14 に与えられ、夫々の出力は加算及び減算されて割算器 15 に与えられる。割算器 15 は第 1、第 2 のフォトダイオード PD 1、PD 2 で受光した出力の差分値を正規化して入力光の波長を検出するものである。ここで I/V 変換器 11、12、加算器 13、減算器 14、割算器 15 は第 1、第 2 の受光素子の差分値を正規化してレーザ光の波長を検出する演算手段 7 A を構成しており、その出力は誤差検出器 16 に与えられる。誤差検出器 16 の他方の入力端には基準電圧が与えられている。この基準電圧は +V<sub>CC</sub> ~ -V<sub>DD</sub> の間で基準値設定手段 17、例えば可変抵抗器 VR 1 によって調整できるように構成する。誤差検出器 16 はこの基準電圧と入力電圧との差を誤差信号として検出し、誤差信号を PID 制御部 18 に与える。PID 制御部 18 は誤差信号が 0 となるように PID 制御するものであり、その出力はレーザダイオード駆動部 19 を介してレーザダイオード 1 に帰還するように構成されている。レーザダイオード駆動部 19 はレーザダイオード 1 に流す電流、又はレーザダイオード 1 の温度を制御することにより、レーザダイオード 1 の発光波長を、例えば 2 ~ 3 nm 以下の範囲内で変化するように制御するものである。ここで誤差検出器 16 と誤差検出器 16 に基準電圧を与える可変抵抗器 VR 1、PID 制御部 18、レーザダイオード駆動部 19 は、演算手段 7 A の出力値が所定値となるようにレーザ光源の発光波長を制御する波長制御手段 8 を構成している。

【0016】この干渉光フィルタ 5 は特公平 7-92530 号に示されるように、高屈折率膜と低屈折率膜とを交互に積層し、積層した波長の光学厚さを連続的に変化させるようにしたものである。次にこの干渉光フィルタについて図 3 を用いて説明する。本実施の形態による波長可変型の干渉光フィルタ 5 は、例えばガラス、シリコン等のサブストレート 21 上に物質を多層蒸着させて構成している。このサブストレート 21 は使用する波長の範囲で光の透過率が高い材質を用いて構成するものとし、誘電体や半導体が用いられる。本実施の形態では石英ガラスを用いている。そしてこのサブストレート 21 の上部に

## 8

は、使用する波長での光の透過率の高い蒸着物質、誘電体、半導体等の多層膜 22 を蒸着する。ここで多層膜 22 は図示のように下部多層膜 23、キャビティ層 24 及び上部多層膜 25 から形成されるものとする。又サブストレート 21 の下面には反射防止膜 26 を蒸着によって形成する。

【0017】ここで多層膜 22、反射防止膜 26 の蒸着材料として用いられる物質は、例えば SiO<sub>2</sub> (屈折率 n=1.46)、Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (n=2.15)、Si (n=3.46) や Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>、MgF<sub>2</sub> 等が用いられる。又本実施の形態では多層膜 23、25 は低屈折率膜と高屈折率膜とを交互に積層して蒸着させている。ここで膜厚 d と透過波長 λ、屈折率 n とは以下の関係となるようにする。

$$\lambda = 4nd \quad \cdots (1)$$

即ち各層はその光学厚さ nd を λ/4 とする。そして低屈折率膜と高屈折率膜とを交互に積み重ねることによって透過率のピークの半値全幅 (FWHM) を小さくしている。又キャビティ層 24 の膜厚 d<sub>c</sub> とは透過波長 λ、屈折率 n とは以下の関係になるようにする。

$$\lambda = 2nd_c \quad \cdots (2)$$

即ちキャビティ層 24 の光学厚さ nd<sub>c</sub> は λ/2 とする。

【0018】さて本実施の形態による干渉光フィルタ 5 は、透過波長と膜厚とが式 (1)、(2) の関係を有することから、サブストレート 21 を細長い板状の基板とし、多層膜 22 の屈折率を一定とし、膜厚を連続的に変化させて透過波長 λ を異ならせるようにしている。そしてこの波長可変型干渉光フィルタ 5 の透過波長を λ<sub>a</sub> ~ λ<sub>c</sub> (λ<sub>a</sub> < λ<sub>c</sub>) とし、その中心点 (x = x<sub>b</sub>) での透過波長を λ<sub>b</sub> とする。上下の多層膜 23、25 は、夫々第 1 の屈折率 n<sub>1</sub> の第 1 の蒸着物質膜とこれより屈折率の低い第 2 の屈折率 n<sub>2</sub> の第 2 の蒸着物質膜とを、交互に積層して構成する。即ち図 3 (a) の円形部分の拡大図を図 3 (c) に示すように、夫々の膜厚を連続的に変化させている。図 3 (c) において、下部多層膜 23 の低屈折率膜を 23L、高屈折率膜を 23H とし、上部多層膜 25 の高屈折率膜を 25H、低屈折率膜を 25L とする。そして図 3 (a) のフィルタの X 軸上での端部 x<sub>a</sub> の透過波長 λ<sub>a</sub> に対して、夫々低屈折率膜及び高屈折率膜で上記の式 (1)、(2) が成り立つように設定する。又 x<sub>b</sub>、x<sub>c</sub> での透過波長 λ<sub>b</sub>、λ<sub>c</sub> に対しても、その波長 λ<sub>b</sub>、λ<sub>c</sub> で式 (1)、(2) が成り立つようにその膜厚を設定する。そしてその間の膜厚も波長の変化が直線的に変化するように設定する。従って層の各膜厚は図示のように x 軸上の位置 x<sub>a</sub> ~ x<sub>c</sub> につれて連続的に変化し、X 軸の正方向に向かって膜厚が大きくなる。

【0019】このように膜厚を連続的に変化させることは、サブストレート 21 上に多層膜 22 を蒸着して形成

する際に、蒸着源との間隔を連続的に変化するようにサブストレートを傾けて配置しておくことにより、実現することができる。

【0020】又干渉光フィルタ5の膜厚自体を連続して変化させるようにしているが、各膜厚は一定とし、多層膜22の屈折率 $n_1$ 、 $n_2$ をX軸方向に連続的に変化させるようにして光学厚さを連続的に可変するようにしてもよい。

【0021】このようにして構成した干渉光フィルタ5は狭帯域特性を有し、しかも温度変化等に対して十分安定した特性を有している。従って干渉光フィルタ5へ光が入射する位置をスライド調整機構6を用いて機械的にX軸方向に移動させることによって、透過波長自体を連続的に変化させることができる。

【0022】次にこの実施の形態による波長安定化装置の動作について説明する。図4(a)はカットフィルタ4の特性を示すグラフであり、図4(b)、(c)は干渉光フィルタ5の透過率、反射率の特性を示すグラフである。これらの図より明らかなようにカットフィルタ4は干渉光フィルタ5の中心波長をカットオフ波長としてこれより長い波長の光を透過し、波長の短い光を遮断するような特性を選択する。又干渉光フィルタ5は所定の波長 $\lambda_1$ の光を透過させ、図4(c)に示すようにその他の光を反射させる特性を有している。このときレーザダイオード1の発光波長 $\lambda$ に対してフォトダイオードPD1、PD2に得られる光出力は夫々図4(d)、(e)に示すものとなる。このときフォトダイオードPD1、PD2で得られる出力は夫々図4(b)の透過率及び図4(c)の反射率に対応している。

【0023】従ってフォトダイオードPD1、PD2のI/V変換出力をA、Bとすると、これらを加算及び減算し、割算器15により割算し、 $(A-B)/(A+B)$ を算出する。割算することにより正規化したレベルは図5に示すものとなる。このようにレーザ光源の発光波長に応じて波長モニタ信号が連続的に変化する。波長モニタ信号のレベルと誤差検出器16の基準電圧との差分値を誤差信号とし、誤差信号が零となるように制御することによって、誤差検出器16に設定された基準電圧と一致するようにレーザダイオード1の波長を制御することができる。例えば基準電圧を0Vとすれば、PD1、PD2の出力レベルが等しい波長 $\lambda_2$ を発光したとき、誤差信号は0となり、レーザダイオードの発光波長を $\lambda_2$ に制御することができる。又基準電圧を図5のレベルV1に設定すれば、短波長側の $\lambda_4$ に波長がロックされることとなる。このように誤差検出器16の基準電圧を変化させることによって図4、図5に示す波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$ の範囲内で発光波長を微調整することができる。

【0024】図6(a)はこの実施の形態による波長安定化装置の光分岐手段3、演算手段7A及び波長制御手段8を1つのケース31に収納した状態を示す斜視図で

ある。この実施の形態では、図示しない光カップラ2より光ファイバ32を介してケース31にレーザ光の一部が入射しており、レーザダイオード駆動部19からの信号が出力できるように構成される。そしてスライド調整機構6の調整つまみ33と可変抵抗器VR1による基準電圧の設定つまみ34とが設けられ、ケースの外部より調整できるように構成されている。

【0025】又発光波長を大きく変化させるためにはスライド調整機構6の調整つまみ33を回転させて干渉光フィルタ5への入射光の入射位置を変えれば、図4

(b)、(c)に示す干渉光フィルタ5の透過波長 $\lambda_1$ を変化させることができる。この場合にはカットフィルタ4もこれに応じた特性を有するフィルタを用いる必要がある。こうすれば発光可能な波長を大きく変化させることができる。従って発光波長を干渉光フィルタ5への入射位置によって大まかに調整し、微妙な波長の調整を基準値設定手段17の基準電圧を変化させることによって調整すれば、使用者が任意の波長に設定することが可能となる。このように本発明では1つの光学素子を用いることにより、ビームスプリッタや2つの近接する透過波長を有するフィルタを用いることなく、正確に波長を制御することができる。

【0026】尚前述した第2の実施の形態では、スライド調整機構6と可変抵抗器VR1のつまみ33、34をケースの外部から調整できるようにしているが、図6

(b)に示すように可変抵抗器VR1による基準値設定手段を設けることなくスライド調整機構6のつまみ33のみで波長を変化させるようにしてもよい。又図6

(c)に示すように、製造時に必要な波長に設定しておく、スライド調整機構6のつまみ33、及び微調整のための可変抵抗器のつまみ34をケース外部に露出させず、レーザ光源の発光波長を調整できないようにすることもできる。こうすれば使用者が逐一波長を調整することなく極めて簡単な構成でレーザ光源の発光波長を安定化させた安定化装置を実現することができ、気密封止も容易となる。又スライド調整機構のつまみ33をケース31外に露出させることなく、図6(d)に示すように微調整のための可変抵抗器のつまみ34のみを調整可能としてもよい。この場合には製造時にスライド調整機構によって必要な波長に設定しておくことより、使用者は設定波長の所定範囲内で発光波長の微調整をすることができる。

【0027】次に本発明の第3の実施の形態について図7を用いて説明する。第3の実施の形態においては、入射位置によって透過光を連続的に変化させることができる干渉光フィルタ5に代えて、一定の波長の光を透過させる通常の干渉光フィルタを用いたものである。図7は第3の実施の形態によるレーザ光源の波長安定化装置の全体構成を示すブロック図であり、前述した第1、第2の実施の形態と同一部分は同一符号を付して詳細な説明

を省略する。この実施の形態では干渉光フィルタ 5 に代えて、波長分岐手段 3 A 内に一定の波長の光を透過させる干渉光フィルタ 4 1 を設ける。この場合にはスライド調整機構 6 は不要となる。そしてレーザダイオード 1 の発光波長を干渉光フィルタ 4 1 の透過特性とほぼ一致させておく。この場合には発光波長の微調整を基準値設定手段 1 7 で設定する基準電圧によって行うことができる。

【0028】又発光波長の調整範囲が例えば 2 ～ 3 nm 以内であればこれだけでもよいが、更に広い範囲に渡って発光波長を変化させる場合には、干渉光フィルタ 4 1 とフォトダイオード PD 2 の角度を調整する角度調整機構 4 2 を設ける。角度調整機構 4 2 はカットフィルタ 4 を通過して干渉光フィルタ 4 1 に入射する光の入射角度をわずかに変化させることによって透過波長  $\lambda$  を入射角に応じて連続して変化させるものである。この場合には反射光を正確に受光できるように、角度調整機構 4 2 によって第 2 の受光素子 PD 2 の位置を干渉光フィルタ 5 の角度に応じて変化させる必要がある。又この角度をあまり大きくすると P 偏光と S 偏光とで透過レベルが変化するため、例えば 5° 以内とすることが必要となる。又入射光の入射角度を 0 付近にすれば偏光成分による光強度の変化の影響を少なくすることができるが、反射光を受光するため光学系の形状が大きくなる。従って角度調整機構 4 2 は数 0° ～ 5° の範囲内に入射角度を設定し、各入射角度に応じて反射光を受光できるようにフォトダイオード PD 2 の位置と方向を調整できるようにすることが好ましい。

【0029】尚第 3 の実施の形態においても、角度調整機構 4 2 によって干渉光フィルタ 4 1 とフォトダイオード PD 2 の角度を変化させるようにしているが、これらを同時に調整することは機構上難しいため、所定の波長を設定する際に所定の角度に調整した後、これを固定しておくようにしてもよい。この場合には可変抵抗器 VR 1 の設定によって発光波長を微調整することができる。

【0030】尚前述した第 2、第 3 の実施の形態では、信号処理回路として加算器と減算器及びその比を算出する割算器を設け差分値を正規化する演算手段を構成しているが、2 つの I/V 変換器の比を直接算出して出力比算出手段としてもよいことはいうまでもない。又カットフィルタ 4 を設けることなく、図 4 (b)、(c) に示すように透過/反射特性のスロープの 2 つの位置でロック点を設定できるようにしてもよい。この場合には誤差信号の移動方向によって 2 つのロック点の一方に発光波長を制御することができる。

【0031】又前述した実施の形態ではレーザ光源としてレーザダイオードを用いているが、その他のレーザ光源を用いてもよい。又光カップラ 2 に代えて、他の種々の光分岐素子を用いることができることはいうまでもない。

## 【0032】

【発明の効果】以上詳細に説明したように本願の請求項 1 ～ 5 の発明によれば、干渉光フィルタを用いることにより入射光と反射光との関係から光源の発光波長を制御するようにしている。そのため従来の波長制御方法のように分光比を正確に一定に保つことが難しいビームスプリッタを用いる必要がなく、その温度制御も不要となる。又波長選択特性が近接する 2 つのフィルタを用いることも不要となる。従って極めて簡単な構成で正確な波長制御が可能となる。又、干渉光フィルタへの入射位置を制御することによって発光波長を広い範囲内で制御することができるという効果が得られる。又請求項 3、4 の発明では、基準値設定手段により設定する基準値を変化させることによって、レーザ光源の発光波長を微調整することが可能となる。

## 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による光源の波長安定化装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 2 の実施の形態による光源の波長安定化装置の全体構成を示すブロック図である。

【図 3】(a) は本発明の第 1 の実施の形態によるシングルキャビティ構造の干渉光フィルタの構成を示す断面図、(b) はその X 軸上で透過率の変化を示すグラフ、(c) は (a) の円形部分の拡大断面図である。

【図 4】カットフィルタと干渉光フィルタ及びフォトダイオード PD 1、PD 2 の発光波長に対する特性変化を示すグラフである。

【図 5】波長に対する誤差信号の変化を示すグラフである。

【図 6】第 2 の実施の形態による波長制御装置の構成を示す斜視図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施の形態による光源の波長安定化装置の全体構成を示すブロック図である。

## 【符号の説明】

- 1 レーザダイオード
- 2 ビームスプリッタ
- 3、3 A 光分岐手段
- 4 カットフィルタ
- 5、4 1 干渉光フィルタ
- 6 スライド調整機構
- 7 出力比算出手段
- 7 A 演算手段
- 8 波長制御手段
- 1 1、1 2 I/V 変換器
- 1 3 加算器
- 1 4 減算器
- 1 5 割算器
- 1 6 誤差検出器
- 1 7 基準値設定手段
- 1 8 PID 制御部

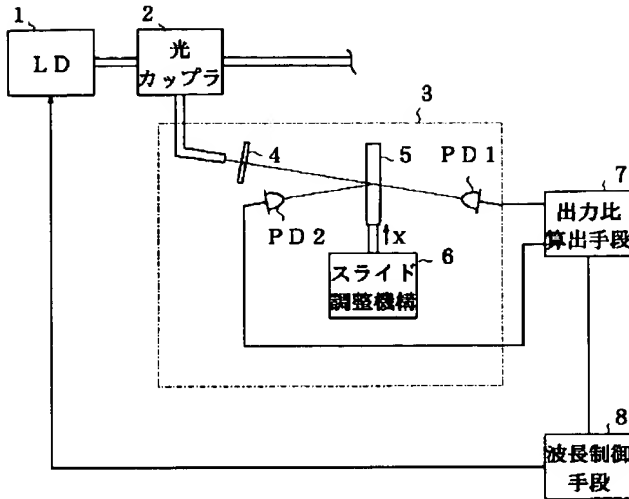
19 レーザダイオード駆動部

42 角度調整機構

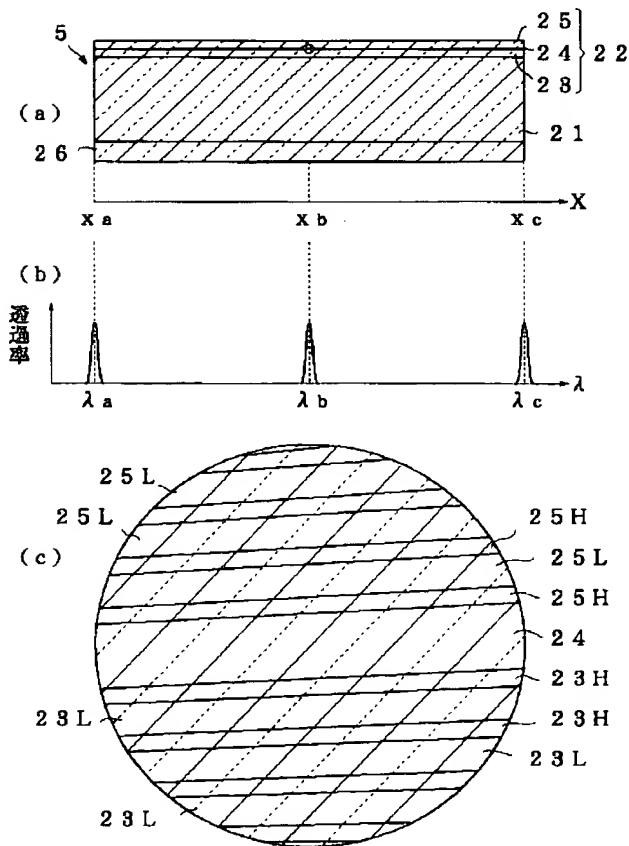
33, 34 つまみ

PD1, PD2 フォトダイオード

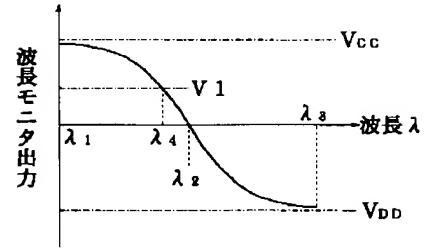
【図1】



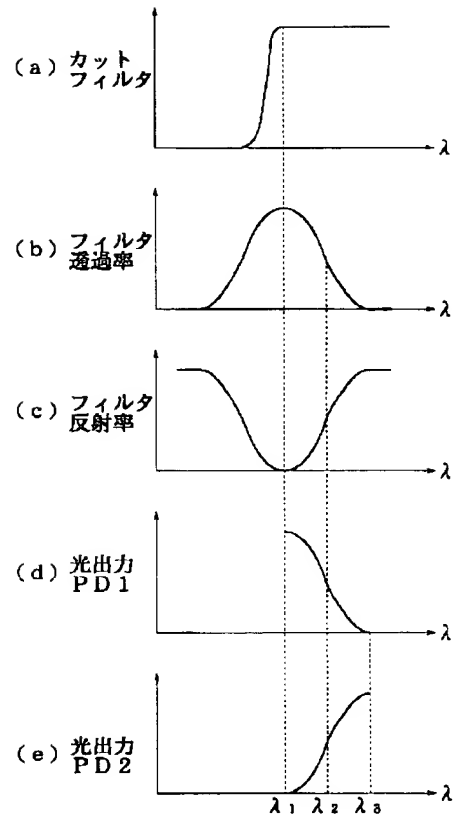
【図3】



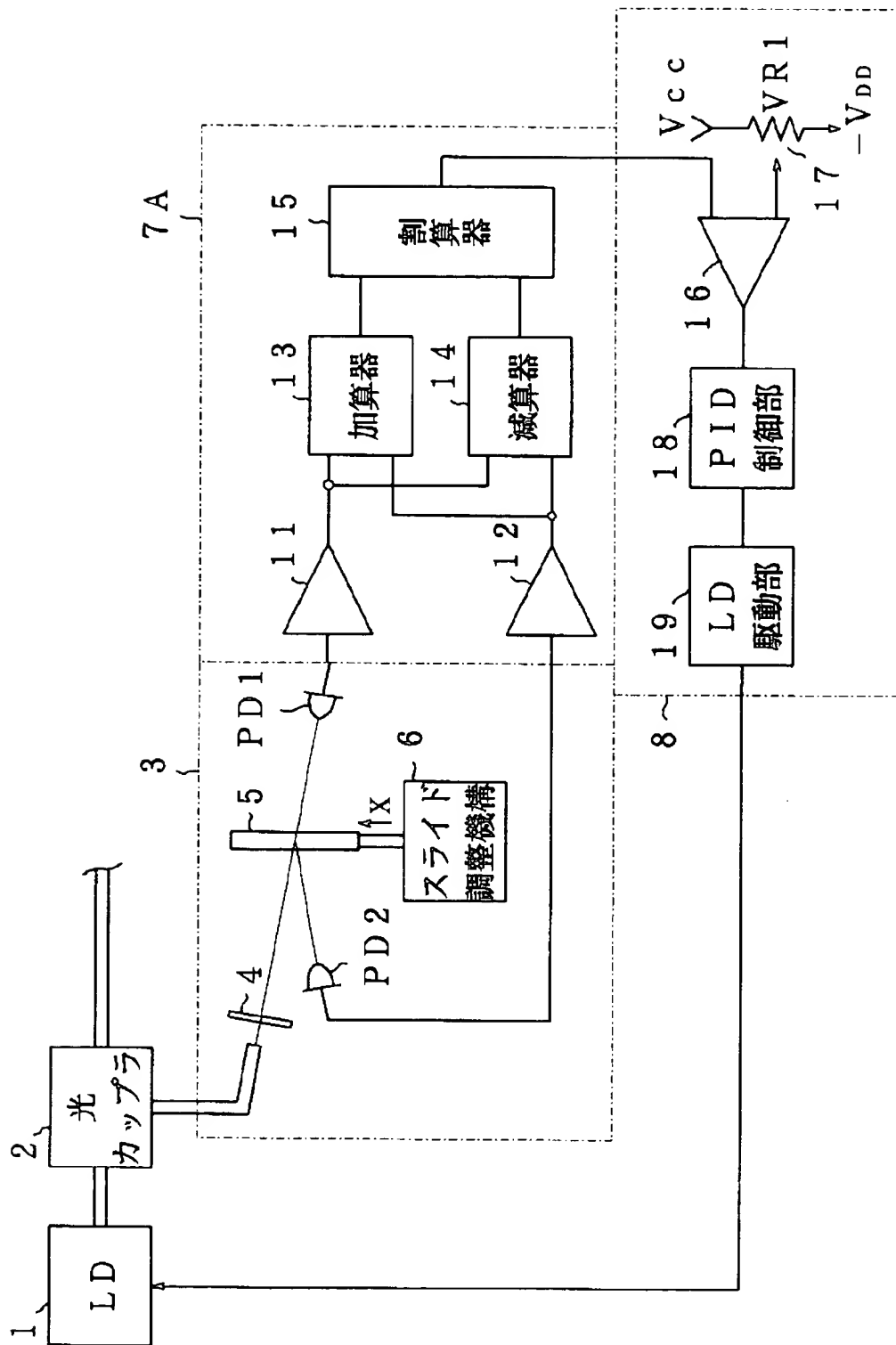
【図5】



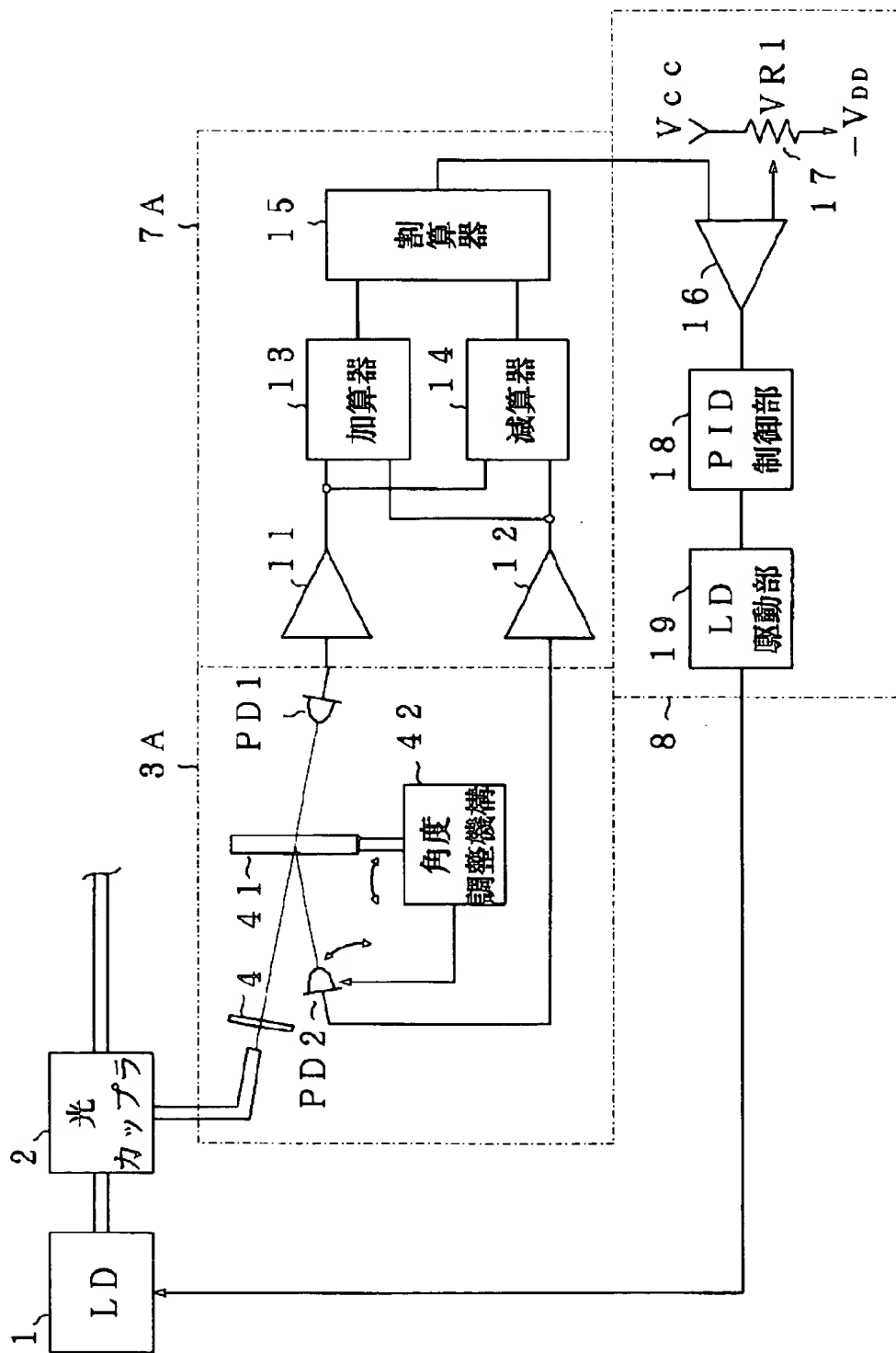
【図4】



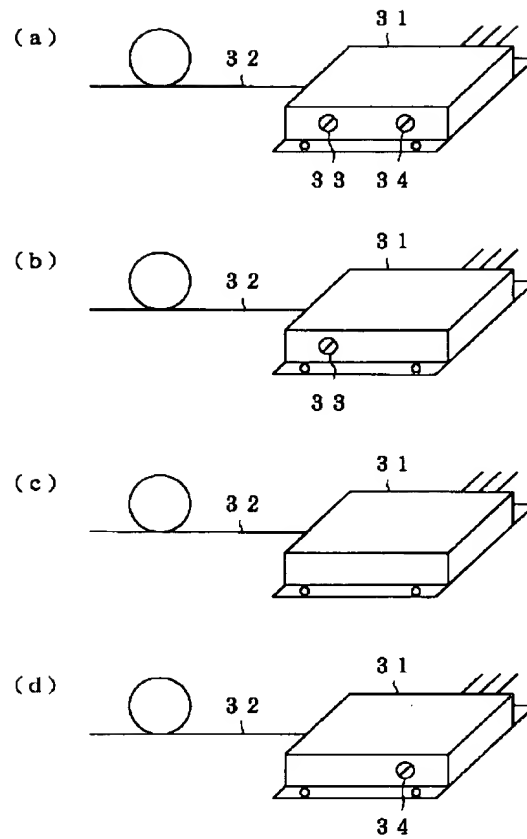
【図2】



【図7】



【図6】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 昭56-103551 (J P, A)  
 特開 平5-55683 (J P, A)  
 特公 平7-92530 (J P, B 2)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. <sup>6</sup>, DB名)  
 H01S 3/13 - 3/139  
 H01S 3/00  
 G01J 1/00 - 3/52